



## Control Químico de la Podredumbre Basal de Tomate Causada por *Pythium phanidermatum*

Pablo E. Grijalba\*; C. Baron; RL, Zapata y HE, Palmucci.

Universidad de Buenos Aires / Facultad de Agronomía / Cátedra de Fitopatología  
Avda. San Martín 4453, CABA, Argentina. \*grijalba@agro.uba.ar

Recibido: 24-05-2016

Aceptado: 30-06-2016

### RESUMEN

*Pythium phanidermatum* provoca la podredumbre basal de plantas adultas de tomate. Debido a los severos daños que ocasiona en este cultivo, en el presente trabajo se evaluó la eficacia de cuatro productos comerciales aplicados en forma preventiva en macetas con suelo tinalizado e inoculado con el patógeno, en las que se colocó un plantín de tomate del Cv. Chalchalero. Los principios activos fueron: 1) fosfito de cobre al 0,3 % aplicación vía foliar; 2) fluopicolide+propamocarb (Infinito®) 0,2 % vía riego; 3) metalaxil-M+ mancozeb (RidomilGold®) 0,25 % vía riego; 4) quitosano+cobre (Raisan Cu®) 1% vía riego. Los tratamientos fueron asignados a las unidades experimentales (macetas) de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado con diez repeticiones por tratamiento. A los 30 días, se evaluó la severidad de la enfermedad por maceta y se calculó el porcentaje de control de cada fungicida. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza y las medias fueron comparadas aplicando el Test DGC con un nivel de significancia del 5%. Metalaxil-M+ mancozeb y fluopicolide+propamocarb no se diferenciaron estadísticamente y presentaron un 89,6 y 91,5 % de control respectivamente mientras fosfito de cobre y quitosano+cobre tampoco se diferenciaron estadísticamente entre ellos ni con el testigo inoculado, siendo casi nula su eficacia. Bajo las condiciones del presente ensayo, el control de la podredumbre por *Pythium phanidermatum* en tomate fue más eficaz con la aplicación de los fungicidas metalaxil-M+ mancozeb y fluopicolide+propamocarb de manera preventiva que con los otros productos probados.

**Palabras claves:** fungicidas, Metalaxil, Oomycetes, *Solanum lycopersicum*.

### CHEMICAL CONTROL OF TOMATO BASAL ROT CAUSED BY *PYTHIUM PHANIDERMATUM*

#### SUMMARY

*Pythium aphanidermatum* causes basal rot of adult plants of tomato. Due to the severe damage caused by the disease in this culture, the efficacy of four commercial products was evaluated when applied preventively on tomato seedlings Cv. Chalchalero planted in pots. The soil was tinalized and then inoculated with the pathogen. The active ingredients were: 1) phosphite copper 0,3% foliar application; 2) fluopicolide + propamocarb (Infinity®) 0,2% via irrigation; 3) metalaxyl-M + mancozeb (Ridomil Gold®) 0,25% via irrigation; 4) Chitosan + copper (Cu Raisan®) 1% via irrigation. Treatments were assigned to the experimental units (pots) using a completely randomized design with ten replicates per treatment. Thirty days after the application, the severity of the disease per pot was assessed and the control in percentage of each fungicide was calculated. The results were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and the means were compared using the DGC Test with a significance level of 5%. Metalaxyl-M + mancozeb and fluopicolide + propamocarb did not differ statistically and presented 89,6 and 91,5% of control respectively, while phosphite copper and chitosan + copper showed no statistical differences between them nor with the inoculated control, being their efficacy almost null. Under the conditions of this research, the efficacy on *Pythium aphanidermatum* of metalaxyl-M + mancozeb and fluopicolide + propamocarb, applied preventively, was higher than for the other products tested.

**Key words:** fungicides, Metalaxil, Oomycetes, *Solanum lycopersicum*.

## INTRODUCCIÓN

Son varias las especies de *Pythium* que causan podredumbre del tallo en plántulas de tomate, entre ellas *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzpatrick, *P. myriotylum* Drechs., *P. arrheromanes* Drechs., *P. ultimum* Trow. y *P. debarianum* R. Hesse (Jones *et al.* 2001). Generalmente *P. aphanidermatum* se encuentra más asociado con la enfermedad en plántulas que otras especies, especialmente con temperaturas moderadas a altas. *P. aphanidermatum* y *P. myriotylum* Dresch. atacan en ocasiones a plantas de una longitud de más de 10 cm, causando una lesión húmeda castaño oscura a negra, que puede llegar a extenderse 2-4 cm por encima del suelo. Generalmente, las plantas afectadas de esta manera se marchitan y mueren.

En Argentina se determinó a *Pythium aphanidermatum* provocando la “podredumbre basal de plantas adultas de tomate”. Los síntomas de la enfermedad son lesiones castañas oscuras a negras de aspecto húmedo que ascienden desde la base del tallo, manifestándose en plantas desde recién trasplantadas, hasta plantas de 1,20 m de altura (50 días de ciclo desde trasplante). Las plantas atacadas se marchitan sin perder su coloración verde y mueren o detienen su crecimiento. Las pérdidas de plantas en lotes sin desinfectar, fueron determinadas en más del 50% (Grijalba *et al.* 2015), lo que hace poco redituable al cultivo ocasionando que deba ser levantado y reemplazado por otra especie. En consecuencia se decidió evaluar la respuesta a diferentes productos químicos frente al ataque de *P. aphanidermatum* en el cultivo de tomate.

## Materiales y Métodos

Se evaluó la eficacia de cuatro productos comerciales aplicados en forma preventiva en macetas con suelo tinalizado, en las que se colocó un plantín de tomate del Cv. Chalchalero, con antecedentes de susceptibilidad al patógeno (Grijalba *et al.*, 2015). Los productos fueron: 1) fosfito de cobre al 0,3 % aplicación

vía foliar; 2) fluopicolide+propamocarb (Infinito®) 0,2 % vía riego (50 cm<sup>3</sup>/planta); 3) metalaxil-M+ mancozeb (Ridomil Gold®) 0,25 % vía riego (50 cm<sup>3</sup>/planta); 4) quitosano+cobre (Raisan Cu®) 1% vía riego (50 cm<sup>3</sup>/planta). Sobre una capa de sustrato tinalizado en el fondo de una maceta plástica (12 cm de diámetro), se colocó el contenido de 1 caja de Petri de 9 cm. colonizada durante 7 días con el aislamiento PYTOM1, identificado en base a sus características culturales, morfológicas y moleculares (Grijalba *et al.*, 2015) y mantenido en la colección de hongos de la Cátedra de Fitopatología (UBA) (# GenBank KF561235), creciendo en agar papa glucosado. Fue cubierto con otra capa de sustrato tinalizado. Sobre esta última se colocó un plantín de tomate del Cv. Chalchalero al estado de tres hojas verdaderas. Las macetas se completaron con una nueva capa de sustrato tinalizado. Los testigos se trataron de igual forma, pero se colocó Agar Papa Dextrosa (APD) sin micelio. Las macetas se mantuvieron bajo condiciones de invernáculo durante el mes de marzo de 2014. Los tratamientos fueron asignados a las unidades experimentales (maceta) de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones por tratamiento. Las evaluaciones se realizaron a los 30 días desde el trasplante, mediante el cálculo de severidad de la enfermedad por maceta y el porcentaje de control de cada fungicida. La severidad se evaluó mediante la altura de cada planta medida en centímetros mediante una regla. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un ANOVA y las medias fueron comparadas aplicando el Test de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) con un nivel de significancia del 5% (Infostat, 2009). La eficiencia de los fungicidas se determinó mediante la fórmula % control =  $(IT-it/IT) \times 100$  (Abbott, 1925), donde IT = infección del testigo, it = infección del tratamiento con fungicida.

El re-aislamiento de las plantas inoculadas presentó idénticas características al aislamiento inicial y se caracterizó morfoló-

gicamente, según la descripción de van der Plaats-Niterink (1981).

### Caracterización de los principios activos seleccionados

Los productos seleccionados para comprobar su eficacia en el control de *Pythium* spp. presentan diferentes modos de acción. Entre ellos los fosfitos y el quitosano actúan indirectamente, provocando un aumento de las defensas de tipo resistencia sistémica adquirida (SAR). En tanto, los otros dos compuestos, el metalaxil y el fluopicolide presentan acción fungicida contra Oomycetes.

El metalaxil (metil N-(metoxiacetil)-N-(2,6-xilil)-DL-alaninato), formulado solo o en combinación con otros principios activos, es el producto más utilizado por su eficacia en el control de diferentes especies de *Pythium* y *Phytophthora*. Puede incorporarse al suelo, a la semilla o por aplicación foliar (Erwin and Ribeiro, 1996; Agrios, 2005). Además se comercializa el mfenoxan, isómero del metalaxil. Entre las mezclas que puede formar con otros fungicidas, por su disponibilidad y amplia utilización en el mercado argentino, se eligió el compuesto: metalaxil-M:metilD, L-N-(2, 6-dimetilfenil)-N-(2-metioxi-acetil)-alaninato 4 g +mancozeb: etilenbisditio carbamato de manganeso y zinc 64 g (Ridomil Gold®), funguicida de acción sistémica acrópeta y de contacto. Metalaxil-M, perteneciente al grupo de las fenilaminas, confiere la actividad sistémica. En Ridomil Gold se combinan la acción inicial del mancozeb y el poder residual de metalaxil-M.

El fluopicolide es un fungicida sistémico (vía xilema) perteneciente al grupo de los acylpícolides que a su vez posee acción translaminar. Es curativo y antiesporulante. Interrumpe la formación de la pared celular del patógeno. El Propamocarb es sistémico absorbido por las raíces y pertenece al grupo químico de los carbamatos. Interfiere en la síntesis de los fosfolípidos y los ácidos grasos, impidiendo así la formación de la pared celular del hongo. Afecta

el crecimiento del micelio, la producción y la germinación de las esporas. Actúa sobre Oomycetes. (Bayer, 2015).

En los últimos años se está investigando la incorporación de activadores de resistencia, entre ellos los fosfitos. Si bien estos estudios deberán continuarse, han demostrado ser efectivos para mitigar algunas enfermedades. Pueden aplicarse por inyección al tronco o por pulverización foliar (Barrett *et al.*, 2004; Gentile *et al.*, 2009; King *et al.*, 2010; Anderson *et al.*, 2012). El Fosfito de Cobre (Afital®) está compuesto por Anhídrido Fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 25 % + Cobre (Cu) 5 %. La acción del fósforo en forma de ión fosfito combinado con cobre, estimula el crecimiento y actúa sobre el sistema hormonal promoviendo la producción de fitoalexinas, estimulando los mecanismos de autodefensa de la planta, produciendo un fortalecimiento de los tejidos, fundamentalmente, en tronco, cuello y raíz. Presenta acción acrópeta y basípeta (Afital®, 2015).

En el caso del Quitosano (Raisan Cobre®), si bien su mecanismo de acción aún no está totalmente esclarecido se sabe que actúa de dos maneras: 1) Directamente sobre el microorganismo patógeno, a través de la alteración de la permeabilidad de la membrana plasmática, la interacción con ácidos nucleicos y la quelación de nutrientes. Esta actividad resulta en menor crecimiento del micelio y en la disminución de la formación y germinación de estructuras reproductivas (Gonzalez Peña *et al.*, 2013); 2) Inducción de respuestas de tipo resistencia adquirida localizada (LAR) o SAR por parte del vegetal tratado (Maćkowiak-Sochacka and Pospieszny, 2006).

### Resultados y Discusión

Los tratamientos efectuados con Metalaxil-M+mancozeb (Ridomil Gold®) y fluopicolide+propamocarb (Infinito®) no se diferenciaron estadísticamente y presentaron un 89,6 y 91, 5 % de control respectivamente. Si bien no se hallaron antecedentes de aplicación en este patosistema, el presente trabajo

confirma la efectividad sobre este tipo de patologías afectando tomate.

Debido a la más frecuente adquisición de resistencia por parte de los patógenos a los anteriores fungicidas, fueron seleccionados otros principios activos con otros mecanismos de acción donde la resistencia cruzada sea de difícil aparición. Entre estos, los tratamientos con fosfito de cobre y quitosano+cobre tampoco se diferenciaron estadísticamente entre ellos, ni con el testigo inoculado, siendo casi nulo su porcentaje de control (Tabla 1).

**Tabla 1.** Altura promedio y control (porcentaje) de plantas de tomate (n=10) tratadas con fungicidas y plantadas en suelo inoculado con *Pythium aphanidermatum*.

Tratamiento	Altura Promedio (cm)	Control (%)
Quitosano+cobre (Raisan Cu)	18,90 A	0.00
Testigo Inoculado	19,05 A	
Fosfito de cobre (Fosfito)	19,60 A	2, 28
Metalaxil-M+ mancozeb (Ridomil Gold)	40,65 B	89.60
Fluopicolide+propamocarb (Infinito)	41,10 B	91,50
Testigo sin inóculo	43,15 B	

Test DGC letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En el ensayo planteado se observaron plantas de tomate con síntomas de clorosis y necrosis en el borde de la hojas entre los 7 a 10 días desde el tratamiento y menor crecimiento al finalizar el ensayo en la totalidad de las repeticiones. En investigaciones llevadas a cabo con fosfitos, si bien en poco casos, se han observado efectos adversos: Al ser aplicados, algunas plantas manifestaron síntomas de fitotoxicidad: necrosis foliar, defoliación, clorosis, anormalidades en la reproducción, reducción del crecimiento radicular e incluso la muerte del vegetal (Barrett *et al.*, 2004). El fosfito de cobre está recomendado para cereales, gramíneas y leguminosas, donde se utilizan entre 0,5 a 2 l/ha rango muy amplio y en hortalizas una dosis de 200-300 cm<sup>3</sup>/100 l

de agua, para aplicación al follaje. Los valores anteriormente mencionados explicarían que la dosis de 1% en 50 cm<sup>3</sup> de solución/maceta fue excesiva para plantines tan jóvenes. Además se recomiendan de 2 a 3 aplicaciones pero solo con una se notó la fitotoxicidad.

Con respecto al formulado Raisan-Cu existen escasos antecedentes sobre su efecto en el control de Oomycetes, por lo cual se utilizó una dosis recomendada en el marbete para otros patógenos y lo sugerido por Mitidieri, *et al.* (2013), donde encontraron buen desarrollo de raíces pero no inocularon con ningún patógeno de suelo. Este producto no presentó fitotoxicidad, siendo escaso el % de control. Ahmed El Ghaouth *et al.* (1994) protegió las raíces de pepino (*Cucumissativus*) inoculadas con *P. aphanidermatum* en una solución de nutrientes.

Deberá plantearse un ensayo de eficacia con dosis mayores y en diferentes momentos de aplicación a efectos de establecer la oportunidad del tratamiento, dado que siendo un producto inductor de resistencia es probable que su aplicación anticipada dé tiempo a la planta para desencadenar el proceso de resistencia. Asimismo, deberá comprobarse la efectividad de otras formulaciones debido a que la misma puede variar de acuerdo a las características físico químicas del producto, tales como el grado de acetilación, el grado de polimerización y el pH de la solución, que influyen sobre las diferentes fases del ciclo de vida del microorganismo.

*Pythium aphanidermatum* no es un patógeno específico del cultivo de tomate lo que limita su rotación. En Argentina, además de tomate, ha sido reportado ocasionando la muerte de plantas adultas de *Phaseolus vulgaris* (poroto); *Pisum sativum* (arveja); *Capsicum annuum* (pimiento); *Euphorbia marginata* (copo de nieve); *Cereus aethiops* (hachón-cactus) (Palmucci *et al.*, 2011; Frezzi, 1956). *P. aphanidermatum* fue aislado por primera vez en 1950 en Manfredi (Provincia de Córdoba) a partir de plantas adultas de *Pisum sativum* (arveja) muertas por

podredumbre radical causando aproximadamente 40% de mortandad. En 1953 provocó en poroto marchitamiento y muerte de plantas adultas debido a podredumbre parcial o total de raíces y necrosis del tallo, en cultivos de Villa Ascasubi (Prov. de Córdoba). Fue reportado en Manfredi (Prov. de Córdoba) ocasionando muerte de plantas adultas de pimiento (*Capsicum annuum*) por podredumbre total de raíces y necrosis del tallo (Frezzi, 1956).

Dentro del manejo integrado de *Pythium* en tomate está recomendado el uso de fungicidas cura semillas (Jones *et al.*, 2001), pero debido a la falta de resistencia a este patógeno y a la baja especificidad es necesario implementar un buen control químico o biológico. Al establecer un plan de aplicaciones es necesario considerar la alternancia de productos con diferente modo de acción. Algunos aislamientos han demostrado resistencia al metalaxil (Davidse *et al.*, 1981; Choi *et al.*, 1992; Deahl *et al.*, 1993; Sujkowski *et al.*, 1995; Erwin &

Ribeiro, 1996) y al mefenoxam (R)-2-[(2, 6-dimetilfenil)-metoxiacetilamino] (Taylor *et al.*, 2002; Moorman & Kim, 2004; Hwang & Benson, 2005; Hu *et al.*, 2008), por lo cual es fundamental la correcta identificación de las especies de *Pythium* y *Phytophthora*.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este ensayo el control químico de la podredumbre por *Pythium aphanidermatum* en tomate fue más eficaz con la aplicación de los fungicidas metalaxil-M+ mancozeb y fluopicolide+propamocarb de manera preventiva que con los otros productos probados.

Para el formulado Raisan-Cu deberá plantearse un ensayo de eficacia con dosis mayores y en diferentes momentos de aplicación a efectos de establecer la oportunidad del tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- Afital. 2015. Especialistas em Nutricion Vegetal. Disponible en <http://www.afital.com.ar/>. Consultado: diciembre 2015.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5a Ed., Academic Press. 922 pp.
- El Ghaouth, A.; J. Arul; J. Grenier; N. Benhamou; A. Asselin and R. Bélanger. 1994. Effect of Chitosan on Cucumber Plants: Suppression of *Pythium aphanidermatum* and Induction of Defense Reactions. *Phytopathology* 84:313-320.
- Anderson, J.; K. Pegg; C. Scott and A. Drenth. 2012. Phosphonate applied as a pre-plant dip controls *Phytophthora cinnamomi* root and heart rot in susceptible pineapple hybrids. *Australasian Plant Pathology* 41: 59-68.
- Barrett, S.; B. Shearer and J. Hardy. 2004. Phytotoxicity in relation to in planta concentration of the fungicide phosphite in nine Western Australian native species. *Australasian Plant Pathology* 33: 521-528.
- Bayer. 2015. Soluciones Bayer. Disponible en <http://cropscience.bayer.com.ar/soluciones-bayer/p187-infinito>. Consultado: 12 octubre 2015.
- Choi, G. J.; B. S. Kim; Y. R. Chung and K. Y. Cho. 1992. Occurrence of metalaxyl-resistant isolates of *Phytophthora infestans* in potato fields in Korea. *Korean Journal Plant Pathology* 8:34-40.
- Davidse, L. C.; D. Looijen; L. J. Turkensteen and D. van der Wal. 1981. Occurrence of metalaxyl-resistance strains of *Phytophthora infestans* in Dutch potato fields. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 87: 65-68.
- Deahl, K. H.; S. P. DeMuth; G. Pelter and D. J. Ormond. 1993. First report of resistance of *Phytophthora infestans* to metalaxyl in Eastern Washington and Southwestern British Columbia. *Plant Disease* 77: 429.
- Erwin, D. C. and O. K. Ribeiro. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. APS. Press. St. Paul, Minnesota. 562 pp.
- Frezzi, M. J. 1956. Especies de *Pythium* fitopatógenas identificadas en la República Argentina. *Revista Investigaciones Agrícolas* 10: 113-241.



- Gentile, S.; D. Valentino and G. Tamietti. 2009. Control of ink disease by trunk injection of potassium phosphite. *Journal of Plant Pathology* 91: 565–571.
- Gonzalez-Peña, D.; A. Falcón Rodríguez; G. Gómez Aguirre y A. Fernández Morales. 2013. La quitosana: potencialidades antimicrobianas contra hongos y oomycetes. *Fitosanidad* 17(2) agosto, 111-115.
- Grijalba, P. E., R. L. Zapata; H. E. Palmucci y C. Baron. 2015. Podredumbre basal de plantas adultas de tomate causada por *Pythium aphanidermatum* (Oomycota). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 50 (1): 11-15.
- Hu, J. H.; C. X. Hong; E. L. Stromberg and G. W. Moorman. 2008. Mefenoxam sensitivity and fitness analysis of *Phytophthora nicotianae* isolates from nurseries in Virginia, USA. *Plant Pathology* 57: 728-736.
- Hwang, J. and D. M. Benson. 2005. Identification, mefenoxam sensitivity, and compatibility type of *Phytophthora* spp. attacking floriculture crops in North Carolina. *Plant Disease* 89: 185-190.
- Mitidieri M. S.; C. Baron; G. Rapp; E. Piris; V. Brambilla; M. Barbieri; R. Veron; M. Ciapponi; R. Peralta; A. Vignay F. Sanchez. 2013. Evaluación del efecto del quitosano y fosfito de potasio sobre la sanidad y rendimiento del cultivo de tomate bajo cubierta. Trabajo del INTA presentado en el XXXVII Congreso Argentino de Horticultura, Mendoza 23 al 26 de septiembre del 2014.
- INFOSTAT. Software estadístico. 2009. Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC). Disponible en: [www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar). Consultado: Junio, 2010.
- Jones, J. P.; R. E. Stalland T. A. Zitter. 2001. Plagas y Enfermedades del Tomate. Ed. Mundi-Prensa. 100 pp.
- King, M.; W. Reeve; M. B. van der Hoek; N. Williams; J. McComb; P. A. O'Brien and GESJ. Hardy. 2010. Defining the phosphite-regulated transcriptome of the plant pathogen *Phytophthora ramorum*. *Molecular Genetics and Genomics* 284: 425-435.
- Maćkowiak-Sochacka, A. and H. Pospieszny. 2006. Control of phytopathogenic bacteria by chitosan. In: Induced resistance in plants against insects and diseases. IOBC/wprs Bulletin 29:79-84. Disponible en [http://www.researchgate.net/profile/David\\_Wendehenne/publication/265375934\\_Analysis\\_of\\_early\\_events\\_involved\\_in\\_signalling\\_pathways\\_leading\\_to\\_plant\\_defense\\_responses/links/5409d9730cf2d8daabf99b1.pdf#page=93](http://www.researchgate.net/profile/David_Wendehenne/publication/265375934_Analysis_of_early_events_involved_in_signalling_pathways_leading_to_plant_defense_responses/links/5409d9730cf2d8daabf99b1.pdf#page=93). Consultado: 12 Diciembre 2015.
- Moorman, G. W. and S. H. Kim. 2004. Species of *Pythium* from greenhouses in Pennsylvania exhibit resistance to propamocarb and mefenoxam. *Plant Disease* 88:630-2.
- Palmucci, H. E.; S. M. Wolcany P. E. Grijalba. 2011. Status of the Pythiaceae (Straminipila) in Argentina: I. The Genus *Pythium*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46: 197-211.
- Sujkowski, L. S.; B. A. Fry; R. J. Power; S. B. Goodwin; T. L. Peever; R. A. Hamlen and W. E. Fry. 1995. Sensitivities of Mexican isolates of *Phytophthora infestans* to chlorothalonil, cymoxanil and metalaxyl. *Plant Disease* 79: 1117-1120.
- Taylor, R. J.; B. Salas; G. A. Secor; V. Rivera and N. C. Gudmestad. 2002. Sensitivity of North American isolates of *Phytophthora erythroseptica* and *Pythium ultimum* to mefenoxam (metalaxyl). *Plant Disease* 86:797-802.
- Van der Plaats-Niterink, A. J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. *Studies in Mycology* 21: 1-244.